



AgEcon SEARCH

RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

3. konferenca DAES

Slovenija v EU - izzivi za kmetijstvo, živilstvo in podeželje

Moravske Toplice
10.-11. november 2005



Slovenija v EU - izzivi za kmetijstvo, živilstvo in podeželje

Uredil:

doc. dr. Stane Kavčič

Programski odbor:

dr. Emil Erjavec (predsednik), dr. Andrej Udovč (namestnik), dr. Miroslav Rednak, dr. Stane Kavčič, dr. Luka Juvančič, dr. Aleš Kuhar, mag. Neva Pajntar, dr. Jernej Turk, Tone Perpar, Martin Nose.

Izdajatelj:

Društvo agrarnih ekonomistov - DAES; zanj Miroslav Rednak

Prelom in priprava za tisk:

dr. Stane Kavčič, mag. Ajda Kermauner Kavčič

Oblikovanje naslovnice:

Grega Kropivnik

Tisk:

Tiskarna Pleško d.o.o.

1. izdaja

Naklada 400 izvodov

Domžale, 2006

Prispevki so recenzirani. Za jezikovno pravilnost in vsebino odgovarjajo avtorji.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

338.43(497.4)(063)

63(497.4):339.923:061.1EU(063)

DRUŠTVO agrarnih ekonomistov Slovenije. Konferenca (3 ; 2005 ;
Moravske Toplice)

Slovenija v EU - izzivi za kmetijstvo, živilstvo in podeželje /
3. konferenca DAES, Moravske Toplice, 10.-11. november 2005 ;
[uredil Stane Kavčič]. - 1. izd. - Ljubljana : Društvo agrarnih
ekonomistov Slovenije - DAES, 2006

ISBN 961-91094-2-2

1. Gl. stv. nasl. 2. Kavčič, Stane, 1966-
224538368

Uvodni predavanji

VLOGA IN POMEN MODELOV SISTEMSKÉ DINAMIKE ZA PODORO ODLOČANJU NA PODROČJU KMETIJSTVA

Miroljub KLJAJIĆ^a, Črtomir ROZMAN^b, Andrej ŠKRABA^c

IZVLEČEK

Trajnostni razvoj je stalnica paradigme razvoja kompleksnih sistemov in s tem tudi kmetijstva. Pri tem moramo ravnati tako, da narava lahko reciklira posege človeka in tako ohrani samo sebe za prihajajoče generacije. Metodologija systemske dinamike je celoviti pristop za podporo dinamičnemu reševanju kompleksnih problemov, ki omogoča vpogled v posege s trajnostnimi posledicami. V prispevku apeliramo za uporabo systemske dinamike kot celovite metodologije za dinamični opis kompleksnih sistemov. Na primerih je prikazana uporabnost metodologije kakor tudi posebni modeli trajnostnega razvoja v kmetijstvu, v tem primeru gre za ekološko kmetijstvo.

Ključne besede: systemska dinamika, modeliranje, simulacija, ekološko kmetijstvo, odločanje

THE USE OF SYSTEM DYNAMICS MODELS FOR DECISION SUPPORT IN AGRICULTURE

ABSTRACT

The sustainable development is a constant paradigm of the complex system development. The nature compensates humane interventions in order to sustain it self for future generations. The system dynamics methodology is a complex approach for management of sustainable systems. In this paper we present possible application of system dynamics for description of complex systems. In order to show how the explained methodology can be applied to agricultural decision problems the application of system dynamics in the case of organic agriculture is presented in detail.

Key words: simulation, system dynamics, decision support

^a Univerza v Mariboru, Fakulteta za Organizacijske vede, Kidričeva cesta 55a, SI-4000 Kranj; miroljub.kljajic@fov.uni-mb.si

^b Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo, Vrbanska 30, SI-2000 Maribor; crt.rozman@uni-mb.si

^c Enako kor a); andrej.skraba @fov.uni-mb.si

1 Uvod

Sistemske pristop kot paradigma celostnega pristopa k obravnavi kompleksnih problemov niti ni nova. Že v starejših zgodovinskih obdobjih je imelo človeštvo v mislih celostno, veliko sliko pri reševanju družbeno pomembnih problemov. Vendar pa se metode znanstvenega pristopa k reševanju problemov v družbenih sistemih začnejo s prvo in drugo industrijsko revolucijo.

Značilnost prve industrijske revolucije je odkritje mehanskih strojev, ki so z mehansko silo v procesu proizvodnje nadomestili fizično moč človeka. Znanje in razumevanje procesa katerega je bilo treba nadomestiti z stroji imenujemo industrijski inženiring. To obdobje družbenega razvoja Ackoff imenuje »mehansko obdobje« (Ackoff, 1998). Druga industrijska revolucija prinaša veliko tehnoloških in informacijskih odkritij, ki pomembno vplivajo na razvoj organizacij in managementa. Vendar, računalništvo in informatika daleč najbolj pomembno vplivata na razvoj organizacije in raziskav v managementu. Takšne raziskave zahtevajo od znanstvenikov, inženirjev in organizatorjev interdisciplinarni pristop, kateri je rezultiral v informacijsko teorijo, teorijo odločanja, kibernetiko, splošno teorijo sistemov, operacijske raziskave in sistemske znanosti. Po Ackoffu (Ackoff, 1998) lahko metodologijo ki se ukvarja s kompleksnimi sistemimi imenujemo »sistemska doba 2«. To pomeni, da je vsak sistem del večjega sistema, le-ta družbenega in le-ta ekološkega. Reševanje konkretnega problema mora biti zato interdisciplinarno, v povezavi s svojim družbenim okoljem, ta pa v eko sistemu. Zdi se da metoda SD (Sistemske Dinamike) izpolnjuje vse potrebne zahteve: celovitost, odprtost in vpetost v okolje, transparentnost in eksaktnost ter razumljivost udeležencem. Z drugimi besedami metoda SD je zelo priporočljiva za reševanje problemov v paradigmi trajnostnega razvoja.

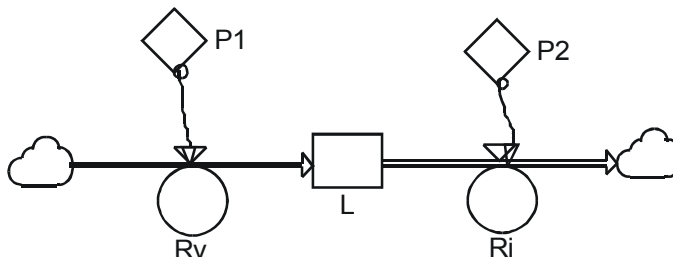
V prispevku bomo naslovili značilnosti metodologije SD za reševanje kompleksnih družbenih problemov. Na generičnih modeli bomo razložili njeno uporabnost ter analizirali nekaj naših izkušenj pri modeliranju različnih ekološko naravnanih problemov kot so: Razvoj modela Kanarskih otokov za potrebe družbenega planiranja (Kljajić in sod., 2002, 2003, 2005; Legna in González. 2005) ter model konverzije klasičnega kmetijstva v ekološko naravnano kmetijstvo (Rozman in sod. 2005, 2006).

2 Metodologija

2.1 Osnove sistemske dinamike

Osnove sistemske dinamike je definiral J. Forrester sredi petdesetih let (Forrester, 1973) kot metodo za modeliranje industrijske dinamike. V začetku osemdesetih, ob začetku informacijske dobe se metoda preimenuje v Sistemsko Dinamiko (SD). Metoda je v bistvu preprosta, njena osnova temelji na principu ohranitve snovi. Vendar je genialnost Forresterja v tem, da je, kot en od pionirjev računalništva, opazil, da je moč računalnike v poslovnih sistemih, poleg zbiranja, obdelave in shranjevanja podatkov uporabiti tudi pri strategiji odločanja. Za to so potrebni dinamični modeli sistemov. Zaradi tega razvije metodo modeliranja, ki je jasna, enostavna, prijazna in celovita. Razvije metodologijo in simulacijsko orodje oz. program. Ideja modeliranja temelji na predpostavki da lahko sleherni realni kakor tudi poslovni sistem opišemo s pomočjo sistema enačb ki ga predstavljajo med seboj

povezani tokovi in viri oz. pretoki: $S=(L,R)$. Pri tem L predstavlja množico virov (Level angleško) in R množico tokov sistemu (R angleško). Vsak vir L ali element stanja ima svoj vhod; vhodni tok R_v in svoj izhodni tok R_i . Na Sliki 1 je simbolični prikaz opisanih elementov.



Slika 1: Osnovni elementi v sistemske dinamiki

Končni princip ohranitve snovi za zgornji model lahko zapišemo z enačbo gibanja v obliki diferencialne enačbe:

$$L(k+1) = L(k) + \Delta t(R_v(k) - R_i(k)) \quad k = 0,1,2\dots n$$

Kjer k predstavlja diskretni čas, Δt pa časovni interval računanja. Vsak poslovni človek razume da vrednost stanja $L(k+1)$ v času narašča, če je $R_v(k) > R_i(k)$, nespremenjen če sta $R_v=R_i$ ter pada če je $R_v < R_i$. Na sliki 1 P1 in P2 predstavljata odločitvene parametre s pomočjo katerih reguliramo tok v in iz vira. Oblački na začetku in koncu predstavljajo okolje modela. Torej je to naša meja modeliranja obravnavanega sistema. Več o SD najdete tudi v knjigi Teorija sistemov (Kljajić, 1994). Metoda je s formalnega stališča zares jasna in razumljiva. Naslavljanje kompleksnih problemov zahteva sistematičnost in timski pristop (Škraba in sod., 2003, 2007) pri reševanju. Metoda reševanja po principu sistemske dinamike je podobna metodologiji sistemskega pristopa in jo lahko strnjeno opišemo z naslednjimi koraki:

- definicija problema
- določitev ciljev
- osnutek študije
- formiranje matematičnega modela
- zapis računalniškega programa
- validacija modela
- priprava eksperimenta (simulacijskih scenarijev)
- simulacija in analiza rezultatov

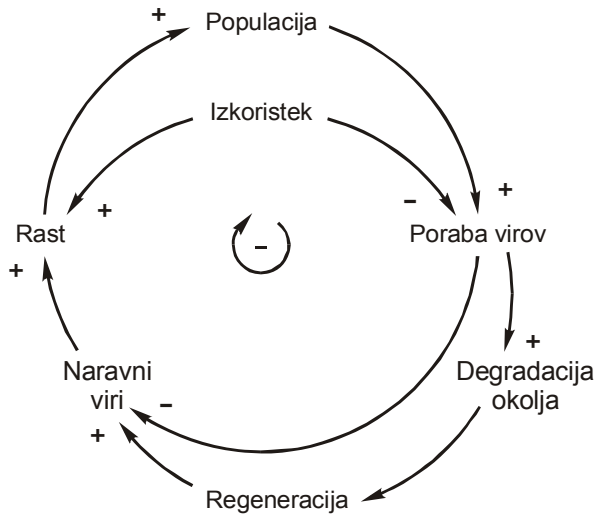
Pri definiciji problema obravnavamo tista s katerimi nismo zadovoljni oz. izkazujejo neustrezno dinamiko. Ponavadi so to vrednosti spremenljivk stanja procesa L in povezav med njimi R. Cilj raziskav pa je opredelitev ciljnih stanj ki jih

moramo doseči. Postavi se vprašanje kako? S pomočjo dinamične hipoteze opredelimo dinamiko sistema kot posledico interakcije ključnih povratnih zank v sistemu. V tej fazi, pri kompleksnih problemih, igrajo pomembno vlogo teamski, interdisciplinarni pristop. Elementi stanja sistema in njihovi odnosi pravzaprav predstavljajo glavni del analize, ki se rešuje na različne načine. Končno preverjeni model je orodje za testiranje dinamične hipoteze pri različnih vizijah (scenarijih).

2.2 Vzročno posledični diagram VPD in SD modeli

Določitev strukture modela in njegovih parametrov je pomembnejši del naloge. Obstaja veliko metod in orodij za pomoč pri artikulaciji strukture modela. Ena od zelo koristnih je tako imenovana metoda vzročno posledičnih diagramov VPD (Causal Loop Diagram CLD). Pravzaprav so to usmerjeni grafi s polariteto. Vsakemu elementu stanja L in toku R priredimo usmerjeno puščico tako, da je en element vzrok drugi pa posledica. Usmerjeni puščici od vzroka k posledici priredimo predznak + če imata vzrok in posledica isto smer oz. – če imata nasprotno smer.

Naslednji poenostavljeni primer vzročno posledičnega diagrama za primer trajnostnega razvoja prikazuje slika 2. Pri tem obravnavamo na eni strani obseg in razvoj populacije, na drugi strani pa izkoriščenost naravnih virov.



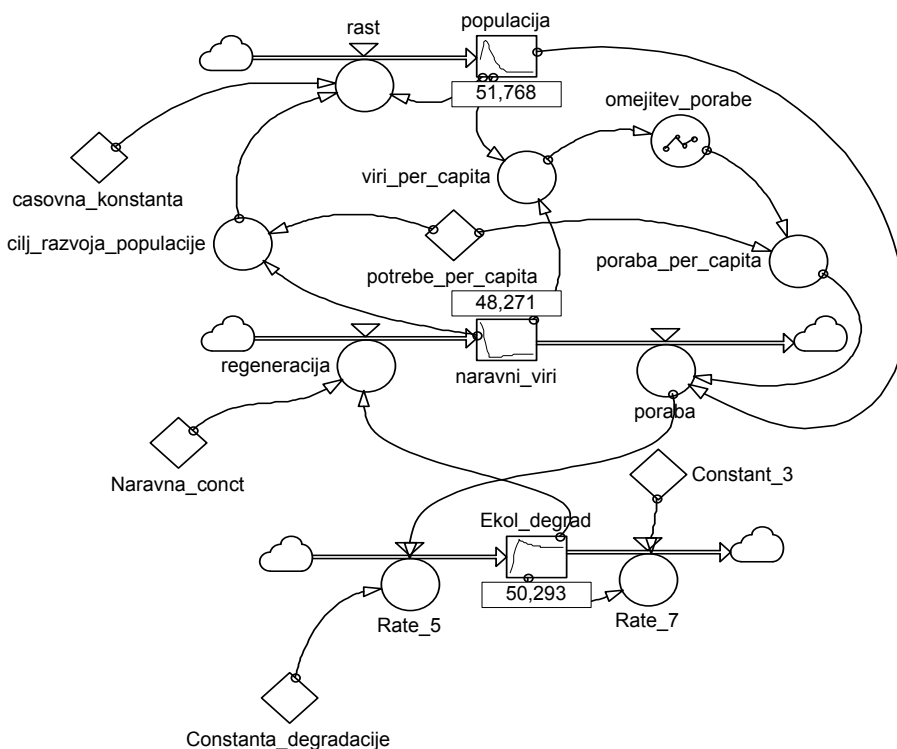
Slika 2: Vzročno posledični diagram populacija~naravni viri

Večji obseg populacije povzroči večjo porabo naravnih virov. Obseg naravnih virov je odvisen od intenzivnosti regeneracije. Večji obseg naravnih virov ima za posledico bolj ugodne razmere za razvoj populacije kar pozitivno vpliva na rast populacije. Pomemben dejavnik je izkoristek naravnih virov, ki na eni strani negativno vpliva na porabo virov na drugi strani pa vpliva pozitivno na rast populacije; preko povečanega obsega naravnih virov. V tem primeru obravnavamo negativno povratno zanko katere lastnost je, da konvergira k ciljnemu stanju oz.

referenčni vrednosti. V našem primeru gre za ciljno stanje, ki je določeno z regeneracijo naravnih virov, kar je ključno sporočilo predstavljene strukture. Lahko povzamemo, da razvoj populacije, v daljšem časovnem obdobju, ni odvisen od obsega zalog naravnih virov temveč od regeneracije le-teh. Regeneracija v smislu sistemske dinamike predstavlja element spremembe stanja.

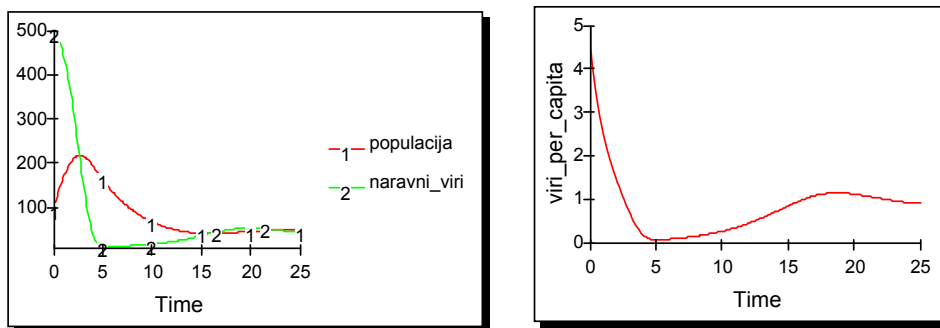
Pri razvoju modelov sistemske dinamike sledimo sledečim metodološkim točkam (Saeed, 2007, Sterman, 2000, Forrester, 1973): 1.) določitev spleta referenčnih modusov; pri tem predpostavimo kakšni bi bili dinamični odzivi ključnih sistemskih spremenljivk, 2.) Opredelimo dinamično hipotezo, 3.) Obrazložitev odziva sistema s sklicevanjem na povratne zanke v modelu in izhodom modela oz. rezultate, 4.) Analiza ključnih parametrov, 5.) Predlog ustreznih politik oz. upravljalnih strategij, zaključki, 6.) dokumentacija modela t.j. enačbe, struktura in opis, 7.) Ločena simulacija vsakega ključnega sektorja modela.

Pri analizi modelov moramo pričeti z ravnotežjem modela. Posebno pozornost je potrebno posvetiti definiciji uporabniško podanih funkcij, ki so uporabljene v modelu. Modeli sistemske dinamike služijo odločitvenim procesom na višjem sistemskem nivoju, kjer je pomen anticipacije velik (Kljajić in sod., 2002, 2003, Kljajić, 2001).



Slika 3: Model trajnostnega razvoja populacija~naravni viri

Slika 3 prikazuje model trajnostnega razvoja, kjer upoštevamo regeneracijo kot element spremembe stanja. Kot omenjeno je tu pomembno dejstvo, da je ciljno stanje sistema odvisno od vrednosti na elementu spremembe stanja »regeneracija«. Model ima sicer dvoje elementov stanj: »populacija« in »naravni viri«. Upoštevana je uporabniško podana funkcija »omejitev porabe«, ki služi omejitvi porabe s strani osebkov populacije v primeru, da se obseg naravnih virov zmanjša pod normalno raven. Prav tako funkcija upošteva, da v primeru večjega obsega naravnih virov od normalnega poraba nekoliko poraste. Cilj razvoja populacije je določen z obsegom naravnih virov in potrebami po naravnih virih glede na populacijo. Rast je tako omejena na eni strani z zalogo naravnih virov na drugi strani pa z porabo »per capita«. Cilj oz. dinamični odziv sistema določa element spremembe stanja »regeneracija«. Rezultat simulacije je prikazan na sliki 4.



Slika 4: Gibanje namišljene populacije in virov v funkciji kontrole porabe virov

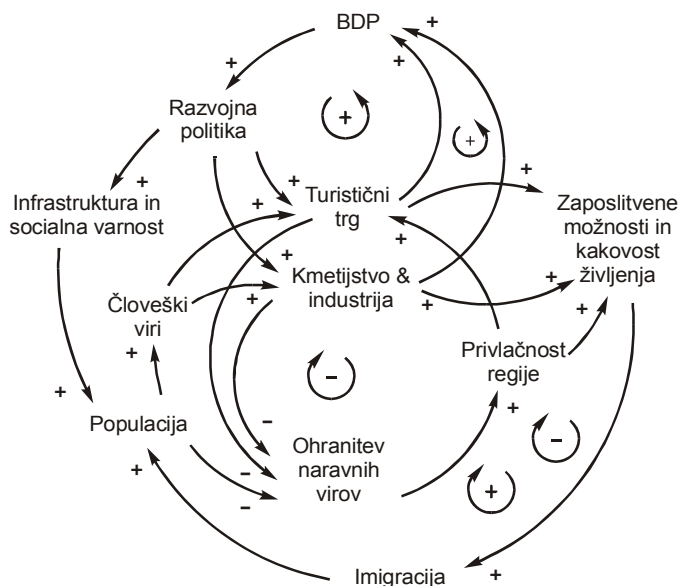
3 Primeri uporabe systemske dinamike

3.1 Model razvoja Kanarskih otokov

Uporabo zgoraj opisane metodologije smo uporabili pri razvoju modela Kanarskih otokov za potrebe podpore pri odločanju o razvoju. (Kljajić in sod., 2002, 2003, Legna, 2005). Turizem je ena od glavnih panog na otoku z ostalimi tradicionalno pomembnimi za prebivalstvo. Model je sestavljen iz naslednjih podsistemov: populacija, turizem, poljedelstvo, okolje in BDP. Celoten model je opisan s 171 spremenljivkami in parametri.

Slika 5 prikazuje VPD z glavnimi spremenljivkami Kanarskih otokov. Na sliki vidimo pet glavnih povratnih zank označenih na diagramu: tri pozitivne (ojačevalne) in dve negativni (regulacijski). Pozitivni krog ki povezuje BDP, razvojno politiko in turizem predstavlja krog ekonomskega razvoja in ima trend rasti. Drugi krog pozitivne zveze je BDP, razvojna politika, poljedelstvo in industrija in predstavlja razširjeno proizvodno dejavnost. Zadnji krog pozitivne povratne zveze predstavlja razvoj in vsebuje turizem, zaposlitvene možnosti in kakovost življenja, imigracijo, prebivalstvo, človeške vire, poljedelstvo in industrijo. Model je uravnavan z

negativnimi povratnimi zvezami, ki so sestavljene iz turističnega tržišča, ohranitve naravnih virov in lokalne privlačnosti okolja. Čeravno ima otočje tendenco rasti množičnega turizma zaradi privlačnosti okolja obstaja nevarnost njegove devastacije zaradi množičnega turizma. Podobno obstaja negativna povratna zanka med poljedelsko proizvodnjo in ohranitvijo naravnih virov. Zaradi tega VPD pojasnjuje glavne spremenljivke, ki opredeljujejo dolgoročni razvoj otoka. Ustrezno ravnovesje med pozitivni in negativni povratni zankami lahko rezultirajo v trajnostni razvojni politiki. Več o tem lahko bralec najde v naših predhodnih prispevkih (Kljajić in sod., 2002 ,2003, Legna, 2005)).



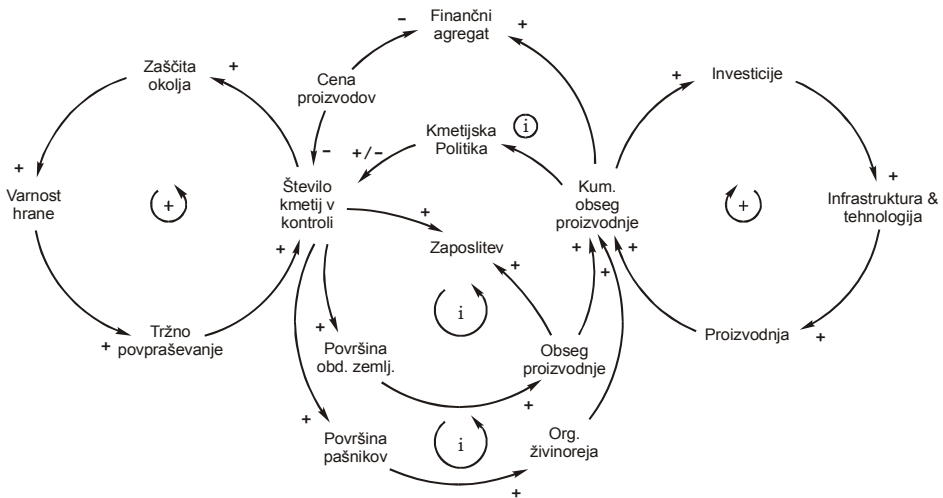
Slika 5: Vzročno-posledični diagram Kanarskih otokov

3.2 Model razvoja ekološkega kmetijstva v Sloveniji

Primer 1 (Škraba in sod., 2008)

Pri razvoju vzročno-posledičnega diagrama kot prvega koraka pri oblikovanju modela sistemske dinamike so bili za področje organskega kmetijstva identificirani sledeči dejavniki s strani ekspertne skupine: **A)** Fizični: 1) Število ekoloških kmetij vključenih v sistem kontrole, 2) Površina obdelovalne zemlje, 3) Obseg proizvodnje različnih pridelkov 4) Obseg proizvodnje ekoloških pridelkov, 5) Spremljajoča proizvodnja, 6) Povpraševanje tržišča **B)** Finančni: 1) Kumulativni obseg proizvodnje, 2) Subvencije – neposredna plačila, 3) Proizvodni stroški, 4) Investicije | **C)** Socialni: 1) Zaposlenost.

Kmetijska politika ima ključne vzvode v subvencijah, investicijskih podporah, delovnih mestih in okoljskem varovanju. Slika 6 prikazuje vzročno posledični diagram ekološkega kmetijstva, kjer so upoštevani ključni navedeni dejavniki. Ključna spremenljivka v sistemu je kmetijska politika, ki določa število ekoloških kmetij, ki so vključene v sistem kontrole. Na levi strani diagrama je prikazana pozitivna povratna zanka, ki predstavlja razvoj ekološkega kmetijstva. V primeru, da se število ekoloških kmetij poveča, s tem povečamo zaščito okolja, kar pozitivno vpliva na varnost hrane in na povpraševanje tržišča. V primeru povečanega povpraševanja se poveča intenzivnost prehoda k ekološkemu kmetijstvu. Tako imamo pozitivno povratno zanko, ki opisuje razvoj ekološkega kmetijstva, ki pozitivno vpliva na zdravje populacije povezano s hrano. Na desni strani diagrama imamo investicijsko zanko, ki pozitivno vpliva na razvoj spremljajoče proizvodnje. Osrednji del vzročno-posledičnega diagrama, ki ga prikazuje slika 6 obsega dve zanki označeni z »i«. Ti dve zanki imata lahko pozitivni ali negativni predznak. Predznak je odvisen od kmetijske politike na katero vpliva kumulativni obseg proizvodnje. Ta vpliv ni enoznačno določen zato je le-ta označen z (i) kot »iracionalno«; s tem sta določeni obe zanki »i«. Obe zanki opredeljujeta razmerje med obsegom ekološkega kmetijstva, obdelovalno površino in kumulativno proizvodnjo. Obe zanki imata ključen vpliv na število delovnih mest. Kot mera učinkovitosti sistema je uvedena spremenljivka finančnega agregata. Stroški proizvodnje so v veliki meri odvisni od politike, tako domače kot EU, saj je proizvodnja subvencionirana.



Slika 6: Vzročno posledični diagram ekološkega kmetijstva (Škraba in sod., 2008)

Vzročno posledični diagram predstavlja strukturo in relacije med ključnimi elementi, ki določajo upravljanje in razvoj sistema ekološkega kmetijstva kot pomembnega dejavnika trajnostnega razvoja regije. Kompleksnost sistema je izpostavljena z iracionalnimi faktorji, ki so prisotni v sistemu. Sistem lahko ponazorimo kot množico večinoma pozitivnih povratnih zank, katerih upravljanje je težavno in ki lahko vodijo do nepredvidljivih, kaotičnih odzivov zaradi lastnosti povratnih zank in iracionalnih faktorjev prisotnih v kontrolnem sistemu.

Primer 2 (Rozman in sod., 2005, 2006)

Naslednji model upošteva problem širjenja informacij na hitrost konverzije (Rozman in sod., 2006) in je nadaljevanje ter razširitev modela s slike 6. Namreč, raziskave kažejo, da ne obstaja visoka korelacija med vloženimi sredstvi in doseženimi rezultati konverzije. Možni vzrok je v zakasnitvah in stopnji osveščenosti odločevalcev. Zaradi tega razvijamo naslednji model, ki upošteva način implementacije politike konverzije kmetijstva.

Opis problemskega stanja

V Sloveniji je cca. 80.000 kmetij, konvencionalnih in ekoloških. V letu 2006 je bilo v kontrolnem sistemu registriranih le 1.728 ekoloških kmetij. Čeprav so bile omogočene subvencije metom je delež ekoloških kmetij še vedno majhen in ni večji kot 5%. Kratkoročni strateški cilj je, da bi dosegli 10% ali 15% delež do leta 2015. Omenjeni cilj je opredeljen s strateškim planom ANEK (Majcen in Jurcan, 2006). Dolgoročni plan bi moral upoštevati izvedljivost celovitega prehoda iz konvencionalnega k ekološkemu kmetijstvu.

Razviti model mora upoštevati sledeče ključne spremenljivke, ki vplivajo na razvoj ekološkega kmetijstva kot npr.:

- število konvencionalnih kmetij
- število ekoloških kmetij
- prehod
- subvencije
- promocija ekološkega kmetijstva (marketing, razvoj tržišča, izobraževanje)
- organizacija podpornega okolja za ekološko kmetijstvo
- lastni podporni viri
- časovne konstante, ki vplivajo na sistemske spremembe

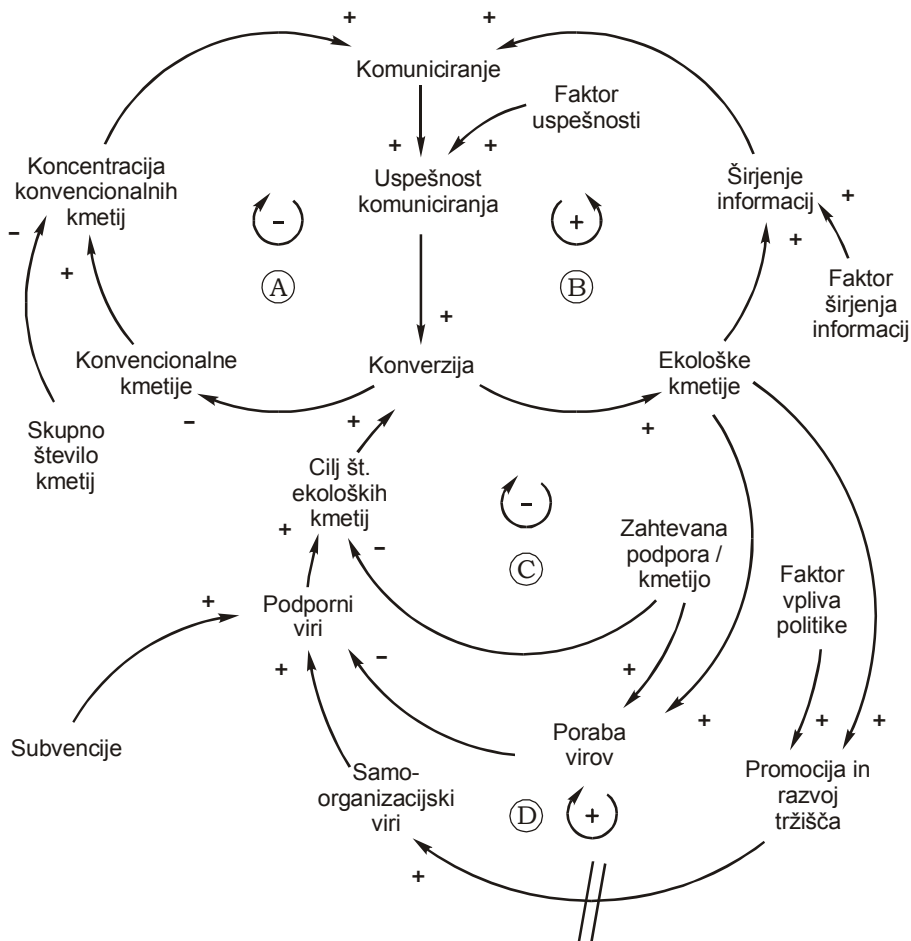
Ključna spremenljivka v modelu je število ekoloških kmetij, ki so zajete v kontrolnem sistemu. Rast števila organskih kmetij je bila v začetnem letu opazovanja (1998) skorajda linearna, vendar pa je v obdobju od 2003-2005 rast ustaljena na cca. 4% ne glede na to, da je bil obseg subvencij povečan za 20%-30%.

Model mora omogočiti eksperimentiranje in analizo učinka povečanja subvencij na število ekoloških kmetij, učinek zakasnitve in predvidevanja. Pri tem bi pričakovali, da obstaja pozitivna korelacija med povečanjem obsega subvencij in številom ekoloških kmetij. Glede na pridobljene podatke lahko sklepamo, da temu ni tako.

Struktura sistema

Pri razvoju vzročno-posledičnega diagrama slika 7, ki predstavlja prvi korak pri razvoju modela sistemske dinamike so bile identificirane sledeče spremenljivke:

- (1) potencialno število kmetij, ki bi bile pripravljene preiti na ekološko kmetijstvo
- (2) število ekoloških kmetij, ki so prešle od konvencionalnega ekološkemu kmetijstvu
- (3) pretok med (1) in (2): obseg prehoda



Slika 7: Vzročno-posledični diagram strukture sistema (Rozman in sod., 2005)

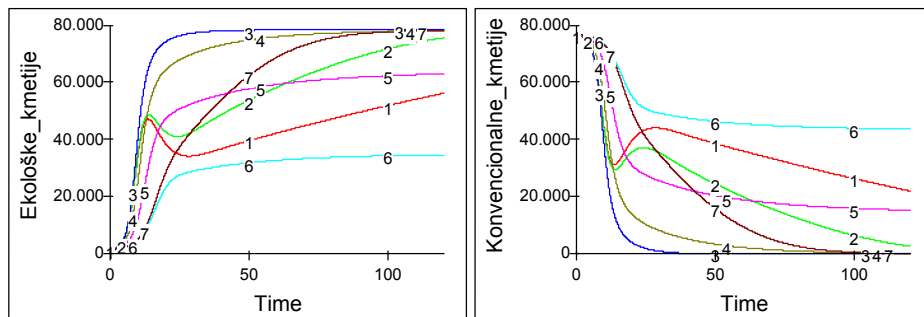
Zank \textcircled{A} predstavlja negativno povratno zanko s ciljno vrednostjo 0 (pri tem se število »Konvencionalnih kmetij« zmanjšuje). Razmerje med številom »Konvencionalnih kmetij« in skupnim številom kmetij nam opredeljuje »Koncentracijo konvencionalnih kmetij«, ki je ob začetku prehoda visoka, kar pomeni, da ob začetku uvedbe in promocije ekološkega kmetijstva lahko pričakujemo visoko začetno naklonjenost za »Konverzijo«. »Koncentracija konvencionalnih kmetij« tako pozitivno vpliva na »Komuniciranje«. Omenjena spremenljivka predstavlja širjeje in izmenjavo informacij o ekološkem kmetijstvu med lastniki in upravljavci konvencionalnih in ekoloških kmetij. »Konverzija« pozitivno vpliva na število »Ekoloških kmetij«. Če se število »Ekoloških kmetij« poveča, se poveča »Širjenje informacij«, le-to se dvigne na višjo raven. Na »Širjenje informacij« s strani lastnikov in upravljavcev »Ekoloških kmetij« pozitivno vpliva »Faktor širjenja informacij, ki ga je moč povečati npr. z izvedbo promocije ekološkega kmetijstva. »Širjenje informacij« pozitivno vpliva na »Komuniciranje«. Število »Konverzija« je določeno s »Faktorjem uspešnosti«, ki

določa »Uspešnost komuniciranja«; pri tem gre za poslovno uspešnost komuniciranja, ki ima za rezultat, da se določena kmetija odloči za prehod oz. »Konverzijo« iz konvencionalnega k ekološkemu kmetijstvu. Zanka \textcircled{B} je pozitivna povratna zanka, ki je kompenzirana z negativno povratno zanko \textcircled{A} . Če se število »Ekoloških kmetij« poveča se poveča tudi »Promocija in razvoj tržišča« ekološko pridelanih pridelkov, ki je podprta s strani »Faktorja vpliva politike«. Višji obseg »Promocije in razvoja tržišča« pozitivno vpliva na »Samo-organizacijske vire« kar pozitivno vpliva na »Podporne vire« kakor tudi na, od tega odvisno, stopnjo »Konverzije«.

Med spremenljivko »Promocija in razvoj tržišča« ter »Samo-organizacijski viri« je ponazorjena zakasnitev. V tem primeru moramo upoštevati daljše zakasnitve, ki nastopijo zaradi daljšega časa, ki je potreben za izvedbo promocije idej ekološkega kmetijstva in prodajnih kanalov, ki predstavljajo podporo ekološkemu kmetijstvu »Podporni viri« so v veliki meri odvisni od vladnih »Subvencij«. Več kot je na voljo »Podpornih virov«, večji je lahko zastavljeni cilj opredeljen s spremenljivko »Ciljno število ekoloških kmetij« kar pomeni, da je lahko podprtih več ekoloških kmetij. Če se »Ciljno število ekoloških kmetij« poveča se poveča tudi »Konverzija«, ki tako preide na novo, višjo raven.

Omenjene povezave označene z \textcircled{D} imajo karakteristiko pozitivne povratne zanke. S pravilnim upravljanjem oz. politiko vlade je tako potrebno vzpodbuditi rast števila »Ekoloških kmetij« namenom, da se zagotovi višja stopnja »Samo-organizacijskih virov«, pri tem gre npr. za marketing, promocijo, proizvodnjo in prodajo ekoloških pridelkov. Na opisani način izkoristimo pozitivno povratno zanko \textcircled{D} kot generator rasti v sistemu. Povratna zanka \textcircled{C} predstavlja negativno povratno zanko. V primeru, da se število »Ekoloških kmetij« poveča, se na novo raven poveča tudi »Poraba virov«, ki je odvisna tudi od »Zahtevane podpore / kmetijo«. Višja »Poraba virov« povzroči izpraznitev oz. zmanjšanje »Podpornih virov«. »Ciljno število ekoloških kmetij« je odvisno od »Zahtevane podpore / kmetijo«. V primeru, da je za posamezno kmetijo potrebnih več virov to pomeni, da bo moč podpreti manjše število kmetij, kar bi imelo za posledico nižje število »Konverzij«.

V obravnavanem realnem primeru sta dominantni negativni povratni zanki \textcircled{A} in \textcircled{C} , ki zadržujeta sistem v neželjenem ravnotežnem stanju. Tako je število ekoloških kmetij konstantno, precej pod željenim številom. Z namenom, da bi sistem spravili iz neželjenega ravnotežnega stanja moramo obravnavati različne politike oz. možnosti upravljanja, ki bi dvignile vpliv pozitivnih povratnih zank \textcircled{B} in \textcircled{D} , s pomočjo katerih lahko privedemo stanje sistema, v našem primeru število »Ekoloških kmetij« na višjo vrednost in hkrati v novo ravnotežno stanje. Rezultat simulacije na sliki 8 kaže različne odzive sistema za različne scenarije. Od uporabnika je odvisno kateri odziv je najbolj zaželen. Formalno so scenariji 6, 5, 4 in 3 najbolj realistični. Scenarij dva in ena so nezaželeni zaradi prenehanja. Rešitev bi tako izbrali med scenarijema 5 in 4. Vsekakor pa je izbor ustreznega scenarija predmet strokovne in interdisciplinarne presoje.



Slika 8: Rezultati sedmih scenarijev; Število ekoloških kmetij (levo), število konvencionalnih kmetij (desno)

4 Zaključki

Trajnostni razvoj je pomemben koncept, ki ga je moč obravnavati s pomočjo modelov sistemske dinamike. Opredelili in predstavili smo metodologijo, preliminarne modele in tudi orodja primerna za prijazno uporabo. Z osnovnimi strukturami je moč pojasniti ključne odnose med spremenljivkami, ki opredeljujejo sisteme trajnostnega razvoja. Kot pomembna ugotovitev je v prispevku izpostavljeno dejstvo, da so sistemi trajnostnega razvoja sistemi z negativnimi povratnimi zankami katerih odziv je določen z obsegom regeneracije naravnih virov. To pomembno dejstvo je osnova za razvoj in obravnavo tovrstnih sistemov. Razviti modeli služijo analizi dinamike in oblikovanju upravljalnih strategij, ki naj aktualne sisteme privedejo do ciljnih stanj z najmanj tveganja. V prispevku smo na primerih opredelili uporabo modelov SD za celoviti trajnostni razvoj Kanarskih otokov kot tudi modeliranje konverzije ekološkega kmetijstva. Aplikacija na področju ekološkega kmetijstva nakazuje praktično uporabnost metodologije in hkrati ponuja idejo za aplikacijo na drugih področjih obravnave sistemov trajnostnega razvoja. Predvsem pomembno je, da se tovrstna problematika naslovi s pomočjo kvantitativnih modelov. Obstajajo orodja v okviru metodologije, ki omogočajo skupinski razvoj modelov in izdelavo scenarijev ter omogočajo, v navidezni resničnosti, dinamično testiranje različnih vizij.

Zahvala

Raziskavo delno financira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije ARRS, šifra programov: UNI-MB-0586-P5-0018 in CRP V4-0334.

5 Literatura

- Forrester, J. (1973), *Industrial Dynamics*, MIT Press, Cambridge, MA.
 Kljajić, M, Verna, C.A.L. and A. Škraba (2002); *System Dynamics Model Development of The Canary Islands for Supporting Strategic Public Decisions*. Proc. of the 20th International Conference of the System Dynamics Society; The System Dynamics Society, Palermo, Italy (pp.16)

- Kljajić, M., Verna, C.A.L., Škraba, A. and J. Peternel (2003); Simulation Model of the Canary Islands for Public Decision Support – Preliminary Results. Proc. of the 20 th International Conference of the System Dynamics Society; The System Dynamics Society, Albany, NY
- Kljajić, M. (2001). Contribution to the meaning and understanding of anticipatory systems. Dubois D. (ur.), Computing anticipatory systems, American Institute of Physics, Melville, NY.
- Kljajić, M. (1994). Teorija sistemov. Moderna organizacija, Kranj, SI.
- Kljajić, M., Legna Verna, C. A., Škraba, A. Development of simulation model of the Canary Islands for strategic decision making. V: K., Miroљjub (ur.), Škraba, A. (ur.). Simulation based decision support, (Organizacija, Letn. 38, 2005, št. 9). Kranj: Moderna organizacija, 2005, str. 519-529
- Legna C. A. and González C. S.(2005). An Intelligent Decision Support System (IDSS) for Public Decisions using System Dynamics and Case Based Reasoning (CBR). Organizacija, Letn. 38, 2005, št. 9). Kranj: Moderna organizacija, str. 519-529
- Majcen M. H., Jurcan S. (Eds.) (2006); Action Organic Farming Development Plan in Slovenia to Year 2015 (ANEK), Government of Republic of Slovenia, ISBN 961-6299-73-5
- Rozman, Č., Pažek, K., Bavec, F., Bavec, M., Škraba, A., Kljajić, M. (2006). Development of system dynamics model for public decision support related to organic farming. Lasker G.E. (ur.), Kljajić, M. (ur.). Advances in support systems research. Vol. VIII, Simulation-based decision support: [papers from the 18th International Conference on Systems Research, Informatics and Cybernetics held Aug. 7-12, 2006 in Baden-Baden, Germany]. Windsor (Ont.): International Institute for Advanced Studies in Systems Research and Cybernetics, str. 27-32.
- Rozman, Č., Pažek, K., Bavec, M., Bavec, F., Turk, J. and D. Majkovič (2005); The Multi-criteria analysis of spelt food processing alternatives on small organic farms; Journal of sustainable agriculture, Vol. 28, No. 2 (pp. 159-179)
- Russell L. Ackoff. Ackoff's Best: His Classic Writings on Management. John Wiley & Sons, 1998.
- Saeed K. (2007). Modeling and Experimental Analysis of Complex Problems. ADLN Unpublished Lecture Notes.
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston, MA: Irwin/McGraw-Hill.
- Škraba, A., Kljajić, M., Borštnar, M. K., (2007). The role of information feedback in the management group decision-making process applying system dynamics models, Group Decision and Negotiation 16~(1) 77-95.
- Škraba, A., Kljajić, M., Leskovar, R. (2003). Group exploration of system dynamics models – Is there a place for a feedback loop in the decision process?. System Dynamics Review, 19, John Wiley & Sons, Chichester. Str. 243-263.
- Škraba, A., Rozman, Č., Kljajić, M., Obed, M.. Trajnostni razvoj - koncepti, modeli, arhetipi in sistemska dinamika = Sustainable development - concepts, models, archetypes and system dynamics. V: RAJKOVIČ, Vladislav in sod. (ur.), 27. mednarodna znanstvena konferenca o razvoju organizacijskih znanosti, Slovenija, Portorož, 19.-21. marec 2008. Znanje za trajnostni razvoj: zbornik 27. mednarodne znanstvene konference o razvoju organizacijskih znanosti, Slovenija, Portorož.
- Škraba, A., Rozman, Č., Kljajić, M., Pažek, K., Bavec, M., Bavec, F., Kofjač, D. Strategy for organic farming model development. V: Dangerfield, B. C. (ur.). System dynamics society : [conference proceedings]. [Albany] (New York): The System Dynamics Society, cop. 2008, [9].

Izvedbo konference so podprli:



Univerza v Mariboru

*Fakulteta za kmetijstvo in
biosistemske vede*



Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta



Kmetijski inštitut Slovenije



Okus. Življenje. Vitalnost.